proceq

pundit®
Mode d'emploi

60 Years of Innovation

Made in Switzerland

Contenu de la livraison

A Touchscreen Pundit
B Batterie
C 2 transducteurs de 54 kHz*
D 2 câbles BNC de 1,5 m*
E Couplant*
F Barre d'étalonnage*
G Câble adaptateur BNC
H Alimentation électrique
I Câble USB
J DVD avec logiciel
K Documentation
L Sangle de transport

*Non inclus dans la livraison si le Touchscreen Pundit est acheté sans transducteurs (code article: 327 10 002)

© 2014 Proceq SA

Présentation du Pundit PL-200

© 2014 Proceq SA

Contents

1. Sécurité et responsabilité 5
1.1 Généralités 5
1.2 Responsabilité 5
1.3 Consignes de sécurité 5
1.4 Usage prévu 5

2. Spécifications techniques 6

3. Fonctionnement 6
3.1 Démarrage 6
3.2 Menu principal 7
3.3 Paramètres 8
3.4 Écran de mesure 10
3.5 Modes Mesure de base 12
3.6 Modes Mesure spéciaux 12
3.7 Modes Multi-mesure 15
3.8 Mesure avec le Pundit PL-200 17

4. Explorateur 18

5. Guide de sélection de transducteur 19

6. Informations pour la commande 21
6.1 Unités 21
6.2 Transducteurs 21
6.3 Accessoires 21

7. Maintenance et support 22
7.1 Maintenance 22
7.2 Concept de support 22
7.3 Informations sur la garantie 22
7.4 Mise au rebut 22

8. Logiciel PL-Link 22
8.1 Lancement du logiciel PL-Link 22
8.2 Visualisation des données 23
8.3 Réglage des paramètres 24
8.4 Exportation des données 25
8.5 Autres fonctions 26
8.6 Courbes de conversion 26
8.7 Calculateur du module d'élasticité E 27

© 2014 Proceq SA

1. Sécurité et responsabilité

1.1 Généralités

Ce mode d'emploi contient des informations importantes sur la sécurité, l'utilisation et la maintenance du Touchscreen Pundit. Lisez attentivement le mode d'emploi avant la première utilisation de l'instrument. Conservez le mode d'emploi dans un endroit sûr pour pouvoir le consulter ultérieurement.

1.2 Responsabilité

Les «Conditions générales de vente et de livraison» de Proceq s'appliquent dans tous les cas. Les réclamations relatives à la garantie et à la responsabilité à la suite de dommages corporels et matériels ne sont pas prises en compte si elles sont imputables à une ou plusieurs des causes suivantes:

- Utilisation de l'instrument non conforme à l'usage prévu décrit dans ce mode d'emploi.
- Contrôle de performance incorrect pour l'utilisation et la maintenance de l'instrument et de ses composants.
- Non-respect des instructions du mode d'emploi concernant le contrôle de performance, l'utilisation et la maintenance de l'instrument et de ses composants.
- Modifications non autorisées de l'instrument et de ses composants.
- Dommages graves résultant des effets de corps étrangers, d'accidents, de vandalisme et cas de force majeure.

Toutes les informations contenues dans cette documentation sont présentées en toute bonne foi et sont tenues pour exactes. Proceq SA n'assume aucune garantie et décline toute responsabilité quant à l'exhaustivité et/ou la précision des informations.

1.3 Consignes de sécurité

L'instrument ne doit pas être utilisé par des enfants ni par des personnes sous l'influence de l'alcool, de drogues ou de produits pharmaceutiques. Toute personne n'étant pas familiarisée avec ce mode d'emploi doit être supervisée lors de l'utilisation de l'instrument.

- Exécutez la maintenance prescrite de manière correcte et au moment opportun.
- Après les opérations de maintenance, effectuez un contrôle fonctionnel.

1.4 Usage prévu

- L'instrument doit toujours être utilisé conformément à l'usage prévu décrit dans ce mode d'emploi.
- Remplacez les composants défaillants par des composants Proceq d'origine.
- Les accessoires ne doivent être installés ou branchés sur l'instrument que s'ils sont expressément agréés par Proceq. Si d'autres accessoires sont installés ou branchés sur l'instrument, Proceq n'assume aucune responsabilité et la garantie du produit devient caduque.

© 2014 Proceq SA

2. Spécifications techniques

Instrument

Intervalle	0,1 – 7930 µs
Résolution	0,1 µs (< 793 µs), 1 µs (> 793 µs)
Écran	Écran couleur 7 pouces, 800x480 pixels
Vitesse d'impulsion ultrasonique (UPV)	100 – 450 Vpp
Gain du récepteur	1x – 10 000x (0 à 80dB) [11 pas]
Gain du récepteur	10 µV
Impédance d'entrée du récepteur	7 kΩ
Bande passante	20 – 500 kHz
Mémoire	Mémoire flash interne 8 Go
Paramètres régionaux	Prise en charge des unités métriques et impériales et de plusieurs langues
Batterie	Lithium polymère, 3,6 V, 14,0 Ah
Secteur	9 – 15 V / 2,0 A
Poids	Environ 1 525 g (batterie incluse)
Dimensions	250 x 162 x 62 mm
Température de service	0°C – 30°C (en charge*, instrument actif) 0°C – 40°C (en charge*, instrument inactif) -10°C – 50°C (non en charge)
Humidité	< 95 % HR, sans condensation
Classification IP	IP54
Normes et directives	Certification CE
Autonomie de la batterie	> 8h (en mode de fonctionnement standard)
Degré de pollution	2
Catégorie d'installation	2

*appareil de charge destiné à une utilisation en intérieur uniquement (pas de classification IP)

Alimentation électrique

Modèle	HK-AH-120A500-DH
Entrée	100-240 V / 1,6 A / 50/60 Hz
Sortie	12 V CC / 5 A
Altitude maxi.	2 500 m au-dessus du niveau de la mer
Humidité	< 95%
Température de service	0°C – 40°C
Environnement	Utilisation en intérieur uniquement
Degré de pollution	2
Catégorie d'installation	2

3. Fonctionnement

3.1 Démarrage

Installation de la batterie

Pour installer la batterie (B) dans le Touchscreen Pundit (A), relevez le support comme indiqué. Insérez la batterie et fixez avec la vis.

Deux DEL d'état sont visibles **1** et un capteur optique est situé au-dessus de celles-ci. La DEL du haut est rouge lors du chargement et devient verte lorsque la batterie est complètement chargée. L'autre DEL est spécifique à l'application.

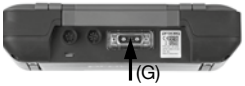
© 2014 Proceq SA

REMARQUE! Utilisez uniquement l'alimentation électrique fourni.

- Une charge complète de la batterie nécessite moins de 9 heures (instrument non utilisé).
- La durée de charge est beaucoup plus longue si l'instrument est en cours d'utilisation.
- Un chargeur rapide disponible en option (code article: 327 01 053) peut être utilisé pour charger une batterie de rechange ou la batterie hors de l'instrument. Dans ce cas, moins de 4 heures sont nécessaires pour charger complètement la batterie.

Économie d'énergie
Le mode économie d'énergie peut être programmé sous Système/Réglages de puissance.

Branchement des transducteurs



Branchez les transducteurs (C) sur Touchscreen Pundit (A) à l'aide du câble adaptateur BNC (G) et des câbles BNC (D). Assurez-vous que les vis sont serrées sur le câble adaptateur BNC.

Port USB:
Branchez une souris, un clavier ou une clé USB.

Périphérique USB:
Connexion d'un ordinateur et de sondes spécifiques à des applications.

Ethernet:
Port pour les mises à jour logicielles.

Alimentation électrique:
Branchez l'alimentation électrique à ce port.

Boutons

Relevez la visière de protection.
Trois boutons se trouvent dans le coin supérieur droit de l'écran 2 (voir page 3).

Marche/Arrêt: appuyez sur ce bouton pour allumer l'écran. Appuyez sans relâcher pour l'éteindre.

Touche programmable: elle permet de passer en mode d'affichage complet ou réduit.

Bouton de retour – Permet de revenir à l'écran précédent.

3.2 Menu principal

Au démarrage, le menu principal s'affiche. Toutes les fonctions sont accessibles directement via le Touchscreen. Revenez au menu précédent en appuyant sur la touche Retour ou sur l'icone de retour (flèche) située dans l'angle supérieur gauche du Touchscreen.

Measurement (Mesure):	Écran de mesure spécifique aux applications.
Settings (Paramètres):	Pour les paramètres spécifiques aux applications.
Explorer (Explorateur):	Fonctionnalité de gestion de fichiers pour consulter les mesures enregistrées sur l'instrument.
System (Système):	Pour le paramétrage du système, p. ex. la langue, les options d'affichage, les réglages de puissance.
Information (Informations):	Pour obtenir des informations sur l'appareil et les modes d'emploi.
Exit (Quitter):	Mise hors tension.

© 2014 Proceq SA

3.3 Paramètres

Faites défiler l'affichage à l'écran en glissant le doigt vers le haut ou vers le bas sur l'écran. Le paramètre actuel s'affiche sur la partie droite. Tapotez sur un élément pour le régler.

Transducteur

Transducteur branché
Sélectionnez la fréquence du transducteur à utiliser. Le paramètre de transducteur personnalisé permet d'utiliser des transducteurs non standard jusqu'à 500 kHz. Si cette option est sélectionnée, la fréquence du transducteur doit également être saisie.

REMARQUE! Si une fréquence de transducteur est sélectionnée, les réglages d'usine sont automatiquement chargés pour ce transducteur, sur la base de la longueur de câbles utilisée de 1,5 mètre. En général, la précision fournie est suffisante pour la plupart des applications, ainsi une remise à zéro n'est pas nécessaire avec cette configuration.

Remise à zéro du transducteur

Pour une meilleure précision ou si vous utilisez différentes longueurs de câbles, il convient de mettre à zéro le Pundit PL-200.

Saisissez la valeur d'étalonnage attendue telle qu'indiquée sur la barre d'étalonnage (F).

Couplez les transducteurs à la barre d'étalonnage (F) à l'aide du couplant ultrasonique (E) et appuyez fermement.

Tapotez sur l'icone de démarrage pour lancer la remise à zéro.

Une fois terminé, le message «Zeroing succeeded» (Remise à zéro réussie) s'affiche.

Tapotez pour retourner au menu de paramètres.

Tapotez pour retourner à l'écran de lancement de la remise à zéro.

Tapotez pour recharger les valeurs d'étalonnage d'usine du transducteur. Ce réglage garantit une précision suffisante pour la plupart des mesures, mais pour une remise à zéro exacte, effectuez la procédure décrite ci-dessus.

Paramètres de mesure

Plage de mesure
Plage courte (par défaut). Pour les mesures jusqu'à 800 µs environ, ce qui correspond à une longueur de trajet d'environ 3 m pour un béton normal. Cela donne une résolution de mesure maximale de 0,1 µs.

Pour les objets plus volumineux, sélectionnez la plage longue. Dans ce cas, la résolution de mesure est de 1 µs.

L'affichage de mesure indique (--- µs) si une mesure est hors plage.

Fréquence de répétition d'impulsion
Des fréquences de répétition d'impulsion (PRF) de 5 Hz à 40 Hz (mesures par seconde) peuvent être sélectionnées. Les valeurs élevées doivent être sélectionnées seulement lorsque l'instrument est utilisé sur des objets volumineux présentant des paramètres d'amplification de récepteur élevés. Dans de tels cas, cela permet d'augmenter la fréquence de mise à jour sur l'écran. Pour les essais généraux sur le béton ou la céramique, une PRF comprise entre 10 et 30 Hz est normalement utilisée.

Les transducteurs fournis avec l'instrument ne sont pas atténués; par conséquent, lorsqu'ils sont excités par l'émetteur, ils ont une durée de signalisation terminale longue. La durée de signalisation terminale peut dé-

© 2014 Proceq SA

passer l'intervalle d'impulsion lorsque la PRF est réglée sur des valeurs élevées, c'est-à-dire que l'impulsion précédente peut encore être active lorsque l'impulsion suivante arrive. Cet effet peut provoquer des erreurs en cas d'essais sur des échantillons ayant une longueur de trajet courte et un faible amortissement interne. Si cela se produit, réduisez la PRF.

Balayage linéaire

Le Balayage linéaire permet de mesurer le long d'une grille linéaire à un espacement égal. La distance entre les transducteurs peut varier pour chaque mesure pour s'adapter aux objets de forme irrégulière (voir «3.7 Mode Multi-mesure» – Balayage linéaire).

Longueur de série
Réglez le nombre de mesures à effectuer ou laissez ce réglage illimité.

Distance entre les mesures
Réglez l'espacement.

Unité
Choisissez entre la vitesse d'impulsion ou le temps de transmission comme unité pour l'affichage graphique des résultats.

Unités

Unité
Choisissez entre les unités métriques et les unités impériales.

Unité d'amplitude
Choisissez d'afficher l'amplitude du signal du récepteur en pourcentage ou en décibels.

Unité de résistance à l'écrasement
Choisissez l'unité pour les corrélations de résistance à l'écrasement.

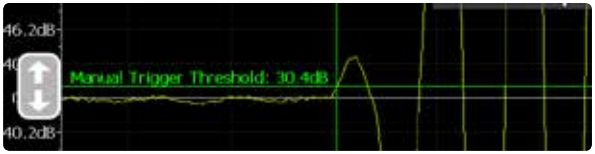
Unité de module d'élasticité E
Sélectionnez l'unité pour les calculs de module d'élasticité E.

Unité de densité du module d'élasticité E
Sélectionnez l'unité pour la saisie de la densité dans les calculs de module d'élasticité E.

Déclencheur

Déclencheur d'amplitude
Si cette option est sélectionnée, l'utilisateur peut définir un seuil d'amplitude pour le déclenchement.

Faites glisser le curseur horizontal jusqu'au niveau de déclenchement souhaité. La fonction de zoom est utile pour régler un seuil de déclenchement spécifique.



Déclencheur de suivi
Si cette option est sélectionnée, le point auquel le déclenchement se produit est toujours affiché au centre de l'écran, quelle que soit le temps de transmission mesuré. Ceci ne s'applique pas si un déclenchement manuel ou un déclenchement à double curseur est utilisé (voir «3.4 Affichage de mesure»).

REMARQUE! Les deux options de déclenchement peuvent être sélectionnées simultanément. Si aucune option n'est sélectionnée, le déclenchement s'effectue automatiquement.

Corrections

UPV à correction de température
Les mesures de vitesse d'impulsion sont impactées par différents facteurs. La teneur en humidité du béton et la température sont deux facteurs clés. Le tableau ci-après indique le facteur de correction qui doit être saisi selon les recommandations de la norme BS 1881: Partie 203.

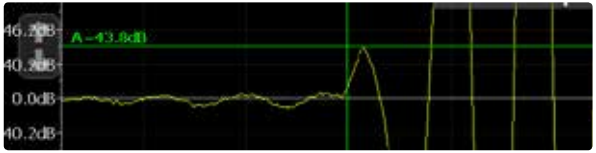
© 2014 Proceq SA

Température	Béton sec	Béton humide
10°C – 30°C	1.0 (pas de correction)	1.0 (pas de correction)
60°C	1.05	1.04
40°C	1.02	1.02
0°C	0.99	0.99
-4°C	0.98	0.92

Le facteur de correction est appliqué aux calculs de vitesse d'impulsion. Le temps de transmission mesuré n'est pas affectée.

Analyse d'amplitude

Repère
Si cette option est sélectionnée, un repère est activé et peut être utilisé pour enregistrer l'amplitude du signal reçu (voir «3.6 Mesure avec le Pundit PL-200»).



Balayage Trame

Grille X: définissez l'espacement de grille pour l'axe X.

Grille Y: définissez l'espacement de grille pour l'axe Y.

Compteur de mesures X: Définissez le nombre de mesures à effectuer dans le sens X.

Compteur de mesures Y: Définissez le nombre de mesures à effectuer dans le sens Y.

Modèle de couleurs: Sélectionnez le modèle de couleurs (peut être modifié ultérieurement dans l'explorateur).

Résultat: Sélectionnez le paramètre de mesure que vous souhaitez afficher.

Gamme de couleurs automatique: Marche ou Arrêt. Si cette option n'est pas sélectionnée, l'utilisateur peut définir des réglages minimum et maximum pour la plage de couleurs et ces réglages peuvent être modifiés ultérieurement dans l'explorateur. Le modèle de couleurs peut également être inversé en réglant la valeur maximale à une valeur plus faible que la valeur minimale.

Mode Enregistrement des données

Intervalle: sélectionnez l'intervalle entre les mesures. (l'intervalle minimum est de 1 minute).

Nombre d'événements: Jusqu'à ce que le test soit terminé. (le nombre maximum d'événements est 3000).

Déterminer la moyenne: Déterminez le nombre de mesures à effectuer et à prendre en compte dans l'établissement de la moyenne à chaque mesure d'intervalle.

Résultat: sélectionnez le temps de transmission ou la vitesse d'impulsion.

Distance entre les transducteurs: ce réglage doit être effectué si la vitesse d'impulsion est l'unité de résultat de test sélectionnée.

3.4 Écran de mesure

L'écran de mesure standard est indiqué à la page 3. Tous les paramètres sont directement accessibles depuis l'écran de mesure.

Zoom

Pour effectuer un zoom avant, posez sur l'écran le pouce et l'index joints puis écartez-les. Cette fonction peut être utilisée dans le sens horizontal et vertical lorsque vous effectuez une mesure.

Pour effectuer un zoom arrière, posez sur l'écran le pouce et l'index écartés puis rapprochez-les.

© 2014 Proceq SA

Panoramique
Affichez une vue panoramique de l'image en faisant glisser les doigts de la gauche vers la droite.

Commandes de l'écran de mesure (voir page 3)

(1) **Nom de fichier:** saisissez le nom du fichier et appuyez sur la touche Retour. Les mesures enregistrées seront stockées avec ce nom de fichier. Si plusieurs mesures sont effectuées sous le même nom de fichier, un suffixe est ajouté après chaque mesure.

(2) **Modes Mesure:** sélectionnez le type de mesure à réaliser (voir sections Modes Mesure, 3.5, 3.6 et 3.7).

(3) Le transducteur actuellement sélectionné, l'heure et l'état de la batterie sont affichés dans l'angle supérieur droit de l'écran.

(4) **Gain:** réglez le gain du récepteur, de 1x à 10 000x.

(5) **Tension:** réglez la tension de l'émetteur. Pour obtenir de meilleurs résultats, il est préférable de commencer par une faible tension d'émetteur et par un faible paramètre de gain. Ensuite, augmentez-les jusqu'à ce qu'un niveau de signal stable soit atteint. L'écrêtage du signal doit être évité.

(6) **Transmission continue/par rafales:**

Permet de continuer la transmission jusqu'à ce que l'icone d'arrêt soit appuyée.

Permet d'enregistrer une mesure dès qu'un signal stable est détecté.

(7) **Paramètres:** permet d'accéder au menu de paramètres.

(8) **Arrêter/Enregistrer:**

Permet d'arrêter la mesure en cours.

Permet d'enregistrer la mesure en cours.

Permet d'enregistrer la série en cours et de poursuivre la mesure.

(9) **Démarrer/Instantané:**

Permet de commencer la mesure.

Permet d'enregistrer la mesure en cours telle qu'affichée sur l'écran et de poursuivre la mesure.

(10) **Sélection du curseur:**

Déclenchement automatique.

Remarque: Dans le mode «Enregistrement de données», le déclenchement est toujours automatique, mais peut être ajusté manuellement dans PL-Link.

Déclenchement manuel. Réglez manuellement la position du curseur en le faisant glisser vers la gauche ou vers la droite. La position de déclenchement peut être ajustée ultérieurement à partir des courbes sauvegardées dans l'explorateur.

Curseur double. Mode «Temps de transmission» uniquement. Les deux curseurs doivent être réglés manuellement. Le second curseur est utile notamment lors d'une mesure avec des transducteurs à ondes de cisaillement. Le curseur double est automatiquement sélectionné lorsque vous effectuez des mesures dans le mode «Module d'Élasticité».

(11) **Zoom:**

Permet d'agrandir ou de réduire la mesure actuelle.

© 2014 Proceq SA

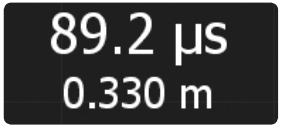
3.5 Modes Mesure de base

Temps de transmission

Le temps de transmission mesuré entre les transducteurs.

Distance

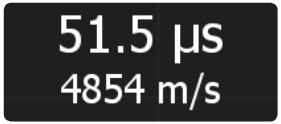
Saisissez la vitesse d'impulsion du matériau testé.



Le résultat indique le temps de transmission et la distance entre les transducteurs.

Vitesse d'impulsion

Saisissez la distance entre les transducteurs.



Le résultat indique le temps de transmission et la vitesse d'impulsion du matériau testé.

Résistance à l'écrasement

Avant d'effectuer cette mesure, une courbe de conversion valide pour le béton testé doit être créée dans le logiciel PL-Link et téléchargée sur l'instrument.

Sélectionnez la courbe de corrélation.

Saisissez la distance entre les transducteurs.

Si une courbe SONREB est sélectionnée, saisissez la valeur de rebond déterminée au même emplacement que la mesure de la vitesse d'impulsion.

SONREB est une méthode qui consiste à combiner une mesure de vitesse d'impulsion ultrasonique et une mesure de scléromètre à rebond afin d'obtenir une estimation plus précise de la résistance à l'écrasement.

Le résultat indique le temps de transmission et la résistance à l'écrasement du matériau testé.

3.6 Modes Mesure spéciaux

Profondeur de fissure

La mesure de profondeur de fissure implémentée avec le Pundit PL-200 est conforme à la méthode décrite dans la norme BS 1881: Partie 203.

Saisissez la distance «b» comme indiqué sur le graphique qui apparaît à l'écran.

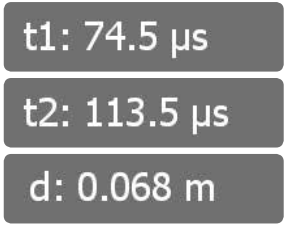
© 2014 Proceq SA

Positionnez les transducteurs comme indiqué à l'étape 1 à l'écran.

Mesurez t1.

Positionnez les transducteurs comme indiqué à l'étape 2 à l'écran.

Mesurez t2.



Le résultat indique les temps de transmission t1 et t2 et la profondeur de fissure «d».
Une mesure incorrecte de t1 ou t2 peut être supprimée et répétée avant de poursuivre.
Un message d'erreur s'affiche en cas de mesure non valide
(t2 < t1 ou t2 > 2 x t1).

REMARQUE! Pour que cette méthode donne des résultats satisfaisants, la fissure doit être perpendiculaire à la surface. La fissure doit également être exempte d'eau ou de débris qui causeraient une propagation de l'onde dans la fissure. La fissure doit être suffisamment large pour éviter que l'onde ne se propage simplement autour de celle-ci. Aucune armature métallique ne doit se trouver à proximité de la fissure. En présence de l'une de ces conditions, le résultat sera gravement faussé et la profondeur de la fissure pourra sembler nettement moins profonde qu'elle ne l'est en réalité.

Vitesse de surface

La mesure de vitesse de surface implémentée avec le Pundit PL-200 est conforme à la méthode décrite dans la norme BS 1881: Partie 203.

L'émetteur reste en position fixe. Le récepteur est déplacé à un intervalle fixe.

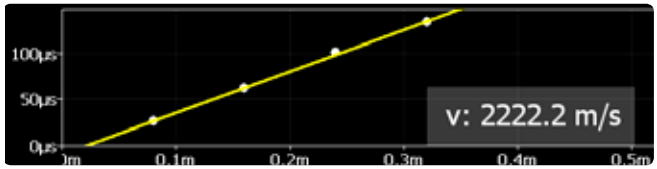
Saisissez la distance «b» comme indiqué sur le graphique qui apparaît à l'écran.

Saisissez le nombre de mesures à effectuer.

Mesurez le temps de transmission à la distance «b».

Enregistrez la première mesure à la distance «b».

Déplacez le récepteur à une distance «b» supplémentaire et mesurez de nouveau. Continuez jusqu'à ce que la série soit terminée.



La vitesse d'impulsion est calculée à partir de la pente de la courbe.

REMARQUE! Si les points enregistrés montrent une discontinuité, il est probable qu'une fissure de surface ou couche de surface de qualité inférieure soit présente. Dans ce cas, la vitesse mesurée n'est pas fiable.

Module d'élasticité E

Vous pouvez déterminer le module d'élasticité dynamique E et le coefficient de Poisson d'un matériau (par ex. béton ou roche) en mesurant les vitesses d'impulsion des ondes P et S. La méthode est décrite dans les deux normes ci-après et peut être appliquée à la fois au béton et à d'autres solides:

ASTM D 2845 – Méthode de test normalisée pour la détermination en laboratoire des vitesses d'impulsion et des constantes élastiques ultrasoniques de la roche.

© 2014 Proceq SA

ISRM – Aydin A., Nouvelle méthode suggérée par l'ISRM pour déterminer la vitesse du son par la technique de transmission d'impulsion ultrasonique: mécanique et ingénierie des roches (2014) 47:255-259, DOI: 10.1997/s00603-013-0454-z).

Le curseur double est automatiquement activé.
Utilisez le premier curseur pour marquer le début du composant d'onde P.
Utilisez le second curseur pour marquer le début du composant d'onde S.
Afin de calculer le module d'élasticité E, il est nécessaire d'entrer la densité du matériau.
Lorsqu'il est téléchargé sur PL-Link, le coefficient de Poisson du matériau est également calculé.

Ondes P et ondes S

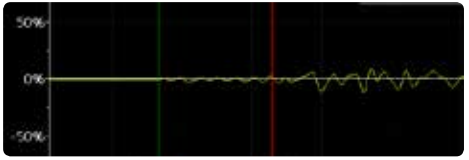
Dans une onde P (onde longitudinale), le déplacement des particules est parallèle au sens de propagation des ondes. Les particules oscillent de l'arrière vers l'avant autour de leurs positions d'équilibre individuelles. Dans une onde S (onde de cisaillement), le déplacement des particules est perpendiculaire au sens de propagation des ondes. Les particules oscillent du haut vers le bas autour de leurs positions d'équilibre individuelles au moment du passage de l'onde.

Mesure avec les transducteurs à onde S

La détection de l'onde de cisaillement (onde S) nécessite d'utiliser l'affichage de la forme d'onde afin de localiser manuellement le début de l'écho de l'onde de cisaillement car il est toujours précédé par une composante onde P faible qui est détectée par le déclenchement automatique.

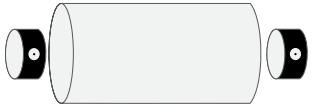
Parcours des ondes S dans un plan unidimensionnel. Le signal le plus fort apparaît lorsque les transducteurs sont correctement alignés. Cette propriété peut être utilisée pour détecter correctement la composante onde S du signal reçu. Lors de la mesure avec les transducteurs à ondes de cisaillement 250 kHz, il est essentiel d'utiliser le couplant spécial ondes de cisaillement, sinon les ondes de cisaillement peuvent ne pas se propager correctement dans l'objet à tester.

Incorrectement aligné de 90°
Composante onde S faible



Composante onde S faible avec les transducteurs incorrectement alignés.

Tournez un transducteur dans l'alignement et hors de l'alignement et observez l'augmentation et la diminution de la composante onde S.



Correctement aligné
Composante onde S forte

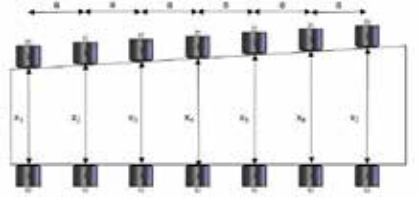
Composante onde S nettement plus forte lorsque les transducteurs sont correctement alignés.

© 2014 Proceq SA

3.7 Modes Multi-mesure

Balayage linéaire

La distance «a» est saisie dans le menu Settings (Paramètres).



Placez les transducteurs à la position de départ et saisissez la distance x1. (pas nécessaire si le temps de transmission seul est en cours de mesure.)

Appuyez sur l'icone de démarrage pour commencer.

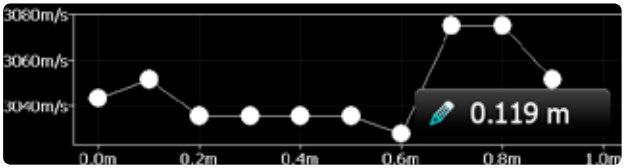
Appuyez sur l'icone Instantané et enregistrez la première mesure. Si le mode rafales est sélectionné, l'enregistrement sera automatique.

Déplacez les transducteurs à la distance «a» jusqu'au point suivant de la grille.

Si la distance «x» ne change pas, appuyez de nouveau sur l'icone Instantané pour prendre la seconde mesure et ainsi de suite.

Appuyez sur cette icone pour enregistrer la série en cours. Si la distance «x» est différente à la nouvelle position, une nouvelle valeur peut être saisie avant de procéder au balayage.

Saisissez la nouvelle distance «x».



Appuyez pour poursuivre le balayage.

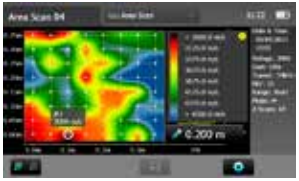
Supprimez la dernière mesure effectuée à l'aide de cette icone.

Appuyez pour enregistrer la série en cours et réinitialisez l'instrument pour une nouvelle série.

Balayage Trame

Balayage Trame offre une visualisation 2D d'un élément sur la base de la vitesse d'impulsion, du temps de transmission ou des mesures de distance. La grille de mesure est définie dans «Paramètres». Sélectionnez «Gamme de couleurs automatique» si la variation attendue du paramètre mesuré n'est pas connue. Vous pouvez modifier ceci ultérieurement dans l'explorateur. Si la plage attendue est connue, la plage de couleurs peut être définie en réglant une valeur maximale et une valeur minimale. Par ex., la norme indienne IS 13311 définit des bandes de vitesse d'impulsion pour la classification de la qualité du béton.

© 2014 Proceq SA



> 4 500 m/s: Excellent

3500 – 4500 m/s: Bon

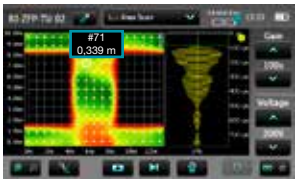
3000 – 3500 m/s: Moyen

< 3000 m/s: Douteux

En réglant la vitesse maximale sur 4500 m/s et la vitesse minimale sur 3000 m/s, vous obtenez une visualisation simple des zones de la structure qui requièrent une attention particulière.

La position du curseur indique l'emplacement de la mesure suivante. Assurez-vous qu'elle corresponde à une grille dessinée sur la structure d'essai.

Vous pouvez déplacer le curseur sur la grille à l'endroit où vous souhaitez démarrer la mesure. Les flèches indiquent le sens dans lequel la mesure est effectuée.



Vous pouvez déplacer le curseur à un autre endroit sur la grille afin d'éviter des obstacles, etc. Vous pouvez également déplacer le curseur en arrière sur une mesure précédente afin de la supprimer ou de l'effectuer de nouveau. Dans l'exemple représenté, la mesure #71 est indiquée et peut être supprimée ou effectuée de nouveau. Si vous effectuez à nouveau la mesure en appuyant sur le bouton Instantané, la valeur précédente est écrasée. Les zones en noir ont été exclues en faisant glisser le curseur jusqu'au prochain emplacement à mesurer.

Enregistrement des données

Le mode «Enregistrement des données» permet à l'utilisateur de programmer une séquence de test. Une application type pour cette fonction est le suivi de l'évolution de la vitesse d'impulsion à mesure que le béton se solidifie. Les paramètres doivent être définis dans Paramètres. Au départ, le champ Information indique les paramètres actuels. Pendant le test, un compte à rebours indique la durée restante avant la prochaine mesure, le nombre de mesures déjà effectuées et l'heure à laquelle le test sera terminé.

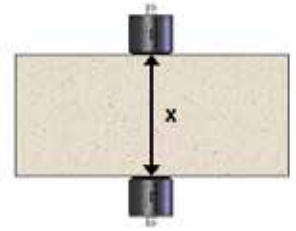
Vous pouvez arrêter le test à tout moment en appuyant sur l'icone .

Vous pouvez afficher ou masquer l'affichage d'information en appuyant sur le bouton «i». Les formes d'ondes sont enregistrées lors de chaque mesure. Pour les visualiser, tapotez sur le repère. Si nécessaire, vous pouvez modifier manuellement les points de déclenchement une fois que les données ont été exportées vers PL-Link.

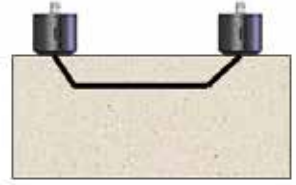
© 2014 Proceq SA

3.8 Mesure avec le Pundit PL-200

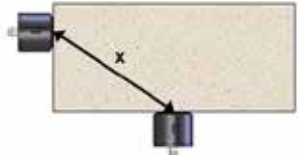
Trois types de disposition des transducteurs sont couramment utilisés.



Transmission directe: la configuration optimale avec une amplitude du signal maximale. Il s'agit de la méthode la plus précise pour déterminer la vitesse d'impulsion. La longueur du trajet est mesurée entre chaque centre des transducteurs.



Transmission indirecte: l'amplitude du signal représente environ 3% de l'amplitude du signal par rapport à la transmission directe. La longueur du trajet peut être incertaine. Utilisez le mode «Vitesse de surface» pour éliminer cette incertitude. La vitesse d'impulsion sera influencée par la zone de surface du béton. Si possible, comparez avec une mesure de transmission directe pour éliminer toute incertitude.



Transmission semi-directe: la sensibilité se situe entre les deux autres méthodes. La longueur du trajet est mesurée entre chaque centre des transducteurs.

Préparation

Des préparations de base sont communes à chaque application. La distance (longueur de trajet) entre les transducteurs doit être mesurée aussi précisément que possible (sauf en cas de mesure en mode «Temps de transmission»).

Dans tous les tests d'impulsion ultrasonique, il est primordial d'utiliser une forme de couplant entre les faces des transducteurs et le matériau testé. Sinon, une perte du signal due à un couplage acoustique inadéquat se produit. Le couplant ultrasonique fourni assure un bon couplage lorsqu'il est utilisé sur du béton ou sur d'autres matériaux présentant des surfaces lisses. De la graisse de silicone, de la graisse de roulement intermédiaire ou du savon liquide peut également être utilisé pour obtenir un résultat satisfaisant. Pour les surfaces plus rugueuses, une graisse épaisse ou de la gelée de pétrole est recommandée.

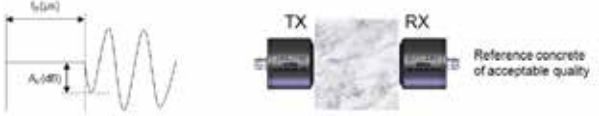
Dans certains cas, il peut s'avérer nécessaire de préparer la surface en la lissant. Si cela est impossible, il faut envisager l'utilisation de transducteurs exponentiels (code article 325 40 170).

Pour les balayages linéaires, une grille de test doit être tracée sur la surface.

Analyse d'amplitude

L'analyse d'amplitude est une méthode développée à l'université de Tonji à Shanghai et est largement utilisée dans toute la Chine pour les tests de comparaison du béton dans des structures.

Afin d'enregistrer l'amplitude, le marqueur d'analyse d'amplitude doit être réglé dans le menu Paramètres. Une fois ce paramètre défini, l'amplitude est enregistrée dans le résultat du test avec le temps de transmission.



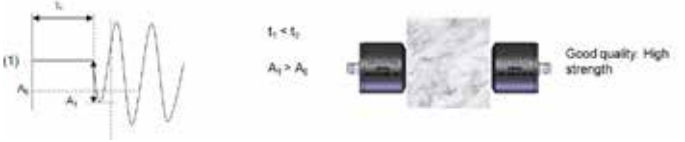
Une mesure de référence est effectuée sur une section de béton de qualité connue.

t_0 : temps de transmission de référence
A_0 : niveau de réception de référence

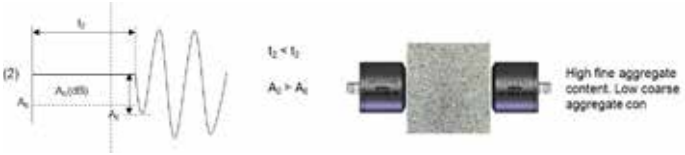
© 2014 Proceq SA

Les mesures suivantes sur la structure sont comparées à ces deux valeurs et une inférence sur la qualité du béton est réalisée en fonction de ces éléments.

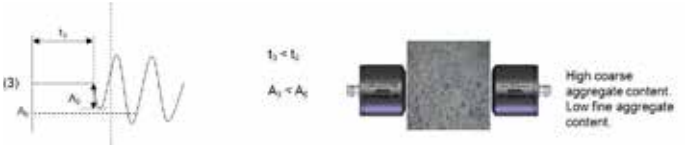
Six cas différents sont identifiés et permettent à l'utilisateur d'émettre un jugement sur la qualité du béton.



Bonne qualité – Haute résistance.



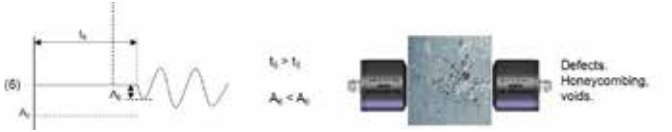
Haute teneur en granulats fins. Faible teneur en granulats grossiers.



Haute teneur en granulats grossiers. Faible teneur en granulats fins.

Défaut à la surface. Couplage médiocre.

Mesure à travers l'armature métallique.



Défauts, nids, vides.

4. Explorateur

Dans le menu principal, sélectionnez explorateur pour consulter les fichiers enregistrés.

Tapotez sur un fichier enregistré pour l'ouvrir.

Revenez dans la liste de l'explorateur en appuyant sur la touche Retour. Pour supprimer un fichier, tapotez dans la case à gauche du fichier et supprimez-le.

© 2014 Proceq SA

Tapotez sur l'icone Ajouter dossier pour créer un nouveau dossier afin de classer vos mesures de manière organisée.

Pour enregistrer des mesures dans un dossier particulier, sélectionnez le dossier puis quittez l'explorateur au moyen du bouton hardware.

Les mesures prochaines seront enregistrées dans ce dossier.

Appuyez sur pour quitter un dossier et revenir au répertoire supérieur.

5. Guide de sélection de transducteur

Influences physiques sur la sélection du transducteur
Le choix du transducteur adapté à l'application dépend en grande partie de la taille de granulat (grain) et des dimensions de l'objet testé.

Influence générée par la taille de particule
Les hétérogénéités (par ex. particules de granulat, vides) dans le béton influent sur la propagation d'une impulsion ultrasonique. Elles disperseront le signal. L'influence est très importante si la taille du granulat est égale ou supérieure à la longueur d'ondes du signal ultrasonique. Cette influence peut être réduite de manière significative en choisissant la fréquence d'impulsion, de telle sorte que la longueur d'ondes soit au moins 2 fois supérieure à la taille de granulat.

De ce fait, il est très difficile de détecter une anomalie si elle est plus petite que la moitié de la longueur d'ondes.

Pour les roches et autres matériaux à grains fins tels que la céramique et le bois, la taille de grain est un paramètre de moindre importance. Pour ces matériaux, la taille de l'objet à tester est le facteur le plus significatif.

Les meilleurs résultats ont été obtenus sur le bois avec une fréquence de 54 kHz.

Pour la céramique, une petite taille d'échantillon et un grain fin font qu'une fréquence de 250 kHz ou 500 kHz est la plus couramment utilisée.

Influence générée par la taille d'échantillon

La vitesse d'impulsion est réduite de manière significative si les dimensions latérales (perpendiculaires au sens de transmission) sont inférieures à la longueur d'ondes.

Des signaux de fréquence plus élevée ont un bord mieux défini, et il est ainsi plus facile d'identifier le début de l'impulsion reçue. Toutefois, ils sont davantage influencés par la diffusion. Un signal de 500 kHz présente une longueur d'ondes d'environ 7 mm (en supposant que la vitesse du son est de 3 500 m/s) et est largement dispersé par le granulat grossier dans le béton, limitant la transmission à quelques décimètres au maximum. Un signal de 24 kHz présente une longueur d'ondes d'environ 150 mm et n'est pas, dans une large mesure, impacté par la dispersion. La plage de transmission maximale peut atteindre plusieurs mètres.

Longueur d'ondes de transducteur
La longueur d'ondes peut être facilement calculée:

Longueur d'ondes = vitesse d'impulsion ultrasonique/fréquence

Pour le béton, la plage de vitesse d'impulsion ultrasonique va de 3 000 m/s (qualité médiocre) à 5 000 m/s (qualité élevée). Une valeur moyenne pour le béton ordinaire de 3 700 m/s (onde longitudinale) et de 2 500 m/s (onde de cisaillement) a été utilisée pour le calcul des longueurs d'ondes, de la taille de granulat maximale et de la dimension latérale minimale de l'objet testé.

REMARQUE! Pour les mesures ultrasoniques effectuées sur la roche, la norme ASTM D2845 recommande une dimension latérale minimale qui équivaut à 5x la longueur d'ondes. La norme recommande également d'utiliser une longueur d'ondes qui équivaut à au moins 3x la taille de grain moyenne. Par ex. un échantillon à noyau NX a un diamètre de 54,7 mm Une fréquence de transducteur de 250 kHz ou 500 kHz serait recommandée pour cette taille d'échantillon sur la base de cette recommandation (selon la vitesse d'impulsion des types de roche à tester). La taille de grain maximale serait de 5 mm ou de 2,33 mm respectivement.

© 2014 Proceq SA

Transducteurs à ondes P

	Limites de l'objet testé			Application
	Longueur d'onde	Taille de grain maximale	Dimension latérale minimale	
24 kHz Code article 325 40 026	154 mm	≈ 77 mm	154 mm	**Béton:** granulat très grossier, objets de grande taille (plusieurs mètres)
54 kHz Code article 325 40 131	68,5 mm	≈ 34 mm	69 mm	Béton, bois, roche
150 kHz Code article 325 40 141	24,7 mm	≈ 12 mm	25 mm	Matériau à grains fins, briques réfractaires Roche (noyaux NX)
250 kHz Code article 325 40 177	14,8 mm	≈ 7 mm	15 mm	Matériau à grains fins, briques réfractaires, roche, petits échantillons
500 kHz Code article 325 40 175	7,4 mm	≈ 3 mm	7 mm	Matériau à grains fins, briques réfractaires Roche, à utiliser sur de petits échantillons limités par la taille du transducteur

Transducteur exponentiel

54 kHz Code article 325 40 170	68,5 mm	≈ 34 mm	69 mm	Béton: surfaces rugueuses, surfaces arrondies. (pas de couplant nécessaire) Bois, roche (sites patrimoniaux)

L'intensité du signal n'est pas aussi forte que le transducteur standard. Il est donc recommandé d'utiliser ce transducteur avec un gain de récepteur élevé et également de vérifier le point de déclenchement à l'aide de l'affichage de la forme d'onde.

Transducteur à ondes S

250 kHz Code article 325 40 049	≈ 5 mm	Supérieure à l'épaisseur de l'objet.	Utilisée pour déterminer le module d'élasticité, le béton, le bois, la roche (petits échantillons uniquement), nécessite un couplant spécial pour ondes de cisaillement

© 2014 Proceq SA

6. Informations pour la commande

6.1 Unités

CODE ARTICLE	DESCRIPTION
327 10 002	**Touchscreen Pundit** sans transducteurs Comprend: Touchscreen Pundit, câble adaptateur BNC, alimentation éléctrique, câble USB, DVD avec logiciel, documentation, sangle et mallette de transport
327 10 001	**Pundit PL-200** Comprend: Touchscreen Pundit, 2 transducteurs 54 kHz, 2 câbles BNC 1,5 m, couplant, barre d'étalonnage, câble adaptateur BNC, alimentation éléctrique, câble USB, DVD avec logiciel, documentation, sangle et mallette de transport
327 20 001	**Pundit PL-200PE** Comprend: Touchscreen Pundit, transducteur à écho d'impulsion Pundit avec câble, appareil de contrôle de contact, alimentation éléctrique, câble USB, DVD avec logiciel, documentation, sangle et mallette de transport

6.2 Transducteurs

CODE ARTICLE	DESCRIPTION
325 40 026S	2 transducteurs 24 kHz
325 40 131S	2 transducteurs 54 kHz
325 40 141S	2 transducteurs 150 kHz
325 40 177S	2 transducteurs 250 kHz
325 40 175S	2 transducteurs 500 kHz
325 40 176	2 transducteurs exponentiels 54 kHz, y c. barre d'étalonnage
325 40 049	2 transducteurs à ondes S 250 kHz, y. c. couplant
327 40 130	Transducteur à écho d'impulsion, y. c. câble, appareil de contrôle de contact et documentation

6.3 Accessoires

CODE ARTICLE	DESCRIPTION
327 01 043	Sangle de transport complète
325 40 150	Support de transducteur complet
327 01 049	Câble adaptateur BNC pour Pundit PL-200
325 40 021	Câble avec fiche BNC, 1,5 m
325 40 022	Câble avec fiche BNC, 10 m
710 10 031	Couplant ultrasonique, 250 ml
325 40 048	Couplant à ondes de cisaillement, 100 g
327 01 033	Batterie complète
327 01 053	Chargeur rapide
710 10 028	Barre d'étalonnage de 25 µs pour Pundit PL-200
710 10 029	Barre d'étalonnage de 100 µs pour Pundit PL-200
327 01 070	Noyau de ferrite pour câble adaptateur BNC*
327 01 071S	Ruban étalonné (jeu de 5)

* Si un récepteur dans un rayon de 10 m subit des interférences, il est possible de commander un noyau de ferrite à fixer sur le câble adaptateur BNC. Il permet de réduire le rayonnement électromagnétique émis par l'instrument.

© 2014 Proceq SA

7. Maintenance et support

7.1 Maintenance

Pour garantir des mesures cohérentes, fiables et précises, l'instrument doit être étalonné tous les ans. Le client peut toutefois déterminer l'intervalle d'entretien selon son expérience et l'usage qu'il fait de l'instrument.

N'immergez pas l'instrument dans de l'eau ni dans d'autres liquides. Veillez à ce que le boîtier soit propre en permanence. À l'aide d'un chiffon doux et humide, essuyez les salissures. N'utilisez pas de produits de nettoyage ni de solvants. N'ouvrez pas vous-même le boîtier de l'instrument.

7.2 Concept de support

Proceq s'engage à fournir des services d'assistance complets pour cet appareil au moyen de notre service après-vente global et de nos infrastructures de support. Nous recommandons à l'utilisateur d'enregistrer ce produit en ligne sur le site www.proceq.com afin d'obtenir les dernières mises à jour.

7.3 Informations sur la garantie

Chaque instrument est couvert par la garantie standard Proceq et est assorti d'options d'extension de garantie.

- Partie électronique de l'appareil: 24 mois
- Partie mécanique de l'appareil: 6 mois

7.4 Mise au rebut

Il est interdit de jeter les appareils électriques avec les déchets ménagers. Conformément aux directives européennes 2002/96/CE, 2006/66/CE et 2012/19/CE relatives aux déchets, les équipements électriques et électroniques et leur mise en œuvre, selon la réglementation nationale, les outils électriques et les batteries qui sont arrivés en fin de vie doivent être collectés séparément et retournés dans un point de recyclage écologique.

8. Logiciel PL-Link

8.1 Lancement du logiciel PL-Link

Recherchez le fichier «PL-Link Setup.exe» sur votre ordinateur ou sur le CD et cliquez dessus. Suivez les instructions qui s'affichent à l'écran.

Assurez-vous que la case «Launch USB Driver install» (Lancer l'installation du pilote USB) est cochée.

Le pilote USB installe un port com virtuel nécessaire à la communication avec le Touchscreen Pundit.

Double-cliquez sur l'icone PL-Link de votre ordinateur ou lancez le logiciel PL-Link via le menu de démarrage.

Le logiciel PL-Link démarre par une liste vierge.

Paramètres de l'application
La boîte de dialogue «File – Application settings» (Fichier – Paramètres de l'application) permet à l'utilisateur de sélectionner la langue ainsi que le format de la date et de l'heure.

Branchement sur un Touchscreen Pundit
Branchez le Touchscreen Pundit sur un port USB, puis sélectionnez l'icone suivante pour télécharger les données de Touchscreen Pundit.

© 2014 Proceq SA

La fenêtre suivante s'affiche: sélectionnez «USB» comme type de communication.

Cliquez sur «Next >» (Suivant). Lorsqu'un Touchscreen Pundit est détecté, ses détails s'affichent à l'écran. Cliquez sur le bouton «Finish» (Terminer) pour établir la connexion.

Sélectionnez une ou plusieurs mesures et cliquez sur «Download» (Télécharger).

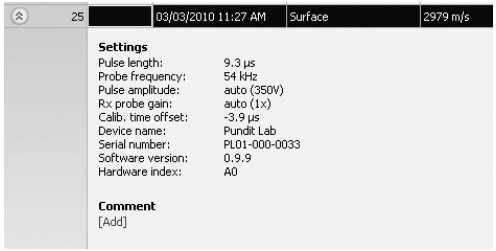
8.2 Visualisation des données

Les fichiers de mesure stockés sur l'appareil seront affichés dans la fenêtre suivante:

Sélectionnez une ou plusieurs mesures et cliquez sur «Download» (Télécharger).

Les mesures sélectionnées sur votre Touchscreen Pundit s'affichent à l'écran:

Pour obtenir de plus amples informations, cliquez sur l'icone de double flèche dans la première colonne:



REMARQUE! Cliquez sur «Add» (Ajouter) pour joindre un commentaire à l'objet.

Vous pouvez voir la structure de dossiers sur le côté gauche. Cliquez sur un dossier pour afficher les mesures qu'il contient.

Faites un clic droit sur la section de dossier pour créer un nouveau dossier.

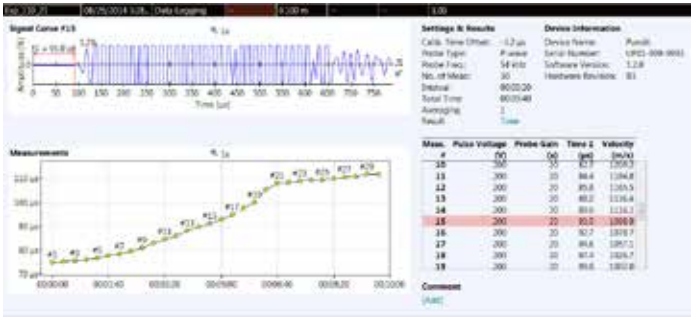
© 2014 Proceq SA

Vous pouvez déplacer des mesures d'un dossier à l'autre avec les fonctions Copier et Coller.

Faites un clic droit sur une mesure pour afficher les options disponibles.

8.2.1 Enregistrement de données

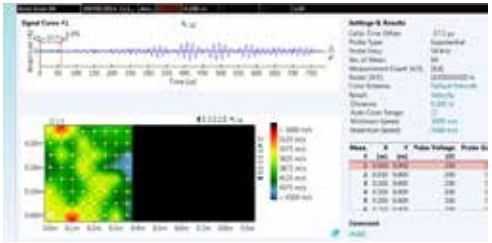
Déplacez le curseur sur une mesure pour afficher la forme d'onde. Naviguez dans le tableau avec la barre de défilement ou avec la molette de la souris. Cliquez sur une mesure pour la sélectionner et la surligner dans le diagramme de mesures.



8.2.2 Balayage Trame

Si la case 1:1 est cochée, vous pouvez zoomer en avant et en arrière dans le balayage au moyen de la molette de la souris.

Faites un clic droit pour déplacer le curseur sur un nouvel emplacement.



Maintenez enfoncé le bouton gauche de la souris pour déplacer le curseur à l'intérieur du graphique agrandi.

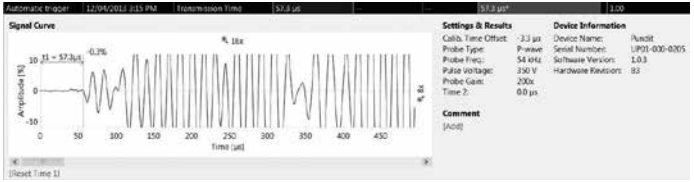
Cliquez sur le symbole pour obtenir un affichage graphique plus grand du balayage dans une fenêtre séparée.

8.3 Réglage des paramètres

Tous les paramètres qui ont été utilisés dans le Touchscreen Pundit au moment de la série de mesures peuvent être modifiés ultérieurement dans le logiciel PL-Link. Cela peut être réalisé soit via un clic droit directement sur l'élément dans la colonne appropriée, soit via un clic sur l'élément de réglage bleu dans la vue détaillée de l'objet à mesurer.

Dans chaque cas, une boîte de sélection déroulante apparaît avec le choix du réglage.

Déclenchement manuel



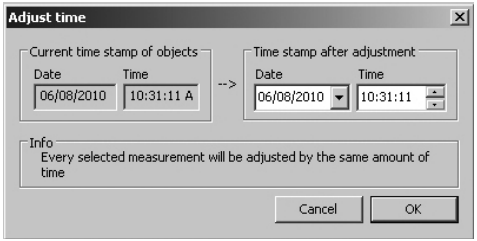
© 2014 Proceq SA

Le point de déclenchement des balayages A peut être modifié manuellement en faisant glisser le curseur. Un point de déclenchement qui a été modifié est signalé par un astérisque.

Le temps de transmission initial peut être réinitialisée par un clic sur [Reset Time1] (Réinitialiser Temps 1).

Réglage de la date et de l'heure

Faites un clic droit dans la colonne «Date & Time» (Date et heure).

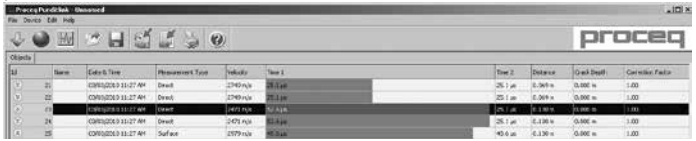


L'heure n'est réglée que pour la série sélectionnée.

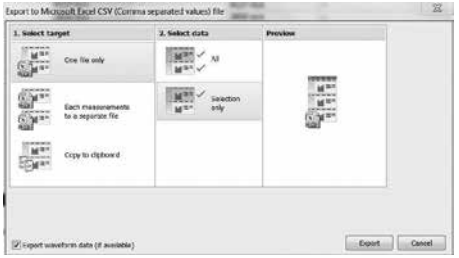
En mode «Enregistrement des données», il s'agit de la date et de l'heure auxquelles la mesure a été effectuée.

8.4 Exportation des données

Le logiciel PL-Link vous permet d'exporter des objets sélectionnés ou l'ensemble du projet en vue d'une utilisation dans des programmes tiers. Cliquez sur l'objet de mesure à exporter. Il est mis en surbrillance comme présenté ci-dessous.



Cliquez sur l'icone «Export as CSV file(s)» (Exporter sous forme de fichier(s) CSV). Les données de cet objet de mesure sont exportées sous forme de fichier ou fichiers texte CSV (valeurs séparées par une virgule) Microsoft Office Excel. Les options d'exportation peuvent être sélectionnées dans la fenêtre suivante:



Sélectionnez l'option «Export waveform data (if available)» (Exporter les données de forme d'onde (si disponibles)) pour exporter toutes les données de forme d'onde enregistrées à des fins d'analyses dans un logiciel tiers.

Cliquez sur l'icone «Export as graphic» (Exporter sous forme graphique) pour ouvrir la fenêtre suivante permettant la sélection des différentes options d'exportation.

Dans les deux cas, la fenêtre de prévisualisation montre les effets de la sélection de sortie en cours.

Terminez en cliquant sur Export (exportation) pour sélectionner l'emplacement du fichier, le nom du fichier et, en cas de sortie graphique, pour régler le format de la sortie graphique: .png, .bmp ou .jpg

© 2014 Proceq SA

8.5 Autres fonctions

Les options de menu suivantes sont disponibles via les icones situées en haut de l'écran:

Icone «PQUpgrade» – Vous permet de mettre à jour votre micrologiciel par Internet ou à partir de fichiers locaux.

Icone «Open project» (Ouvrir un fichier Punditlink) – Vous permet d'ouvrir un projet .pql préalablement enregistré.

Icone «Save project» (Enregistrer le projet) – Vous permet d'enregistrer le projet en cours.

Icone «Print» (Imprimer) – Vous permet d'imprimer le projet. Dans la fenêtre de dialogue de l'impression, vous pouvez définir si vous souhaitez tout imprimer ou seulement des mesures sélectionnées.

Un clic sur «Auto Scale» (Échelle automatique) permet le réglage optimal des paramètres du zoom et d'affichage de la forme d'onde.

8.6 Courbes de conversion

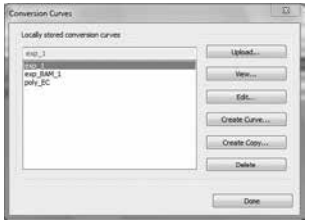
Le Touchscreen Pundit permet de réaliser des estimations de la résistance à l'écrasement à l'aide des mesures de vitesse d'impulsion ou d'une combinaison des mesures de vitesse d'impulsion et de scléromètre à rebond.

Pour ce faire, il est nécessaire de créer une courbe de conversion et de la télécharger dans l'instrument.

Les courbes de conversion sont très spécifiques au béton en cours de test et il existe de nombreux exemples dans la littérature.

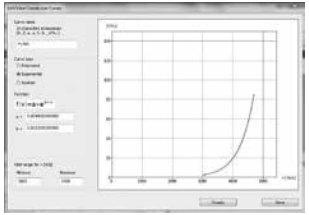
Le Touchscreen Pundit permet de programmer des courbes polynomiales ou exponentielles et, dans le cas d'une mesure combinée ultrasons/valeur de rebond, une courbe basée sur la méthode SONREB (SONic REBound) peut être entrée.

Sélectionner le point de menu «Conversion Curves» (Courbes de conversion)

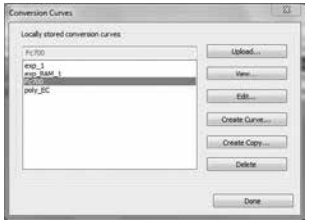


Vous pouvez visualiser à ce niveau les courbes existantes enregistrées sur votre ordinateur, copier une courbe existante ou:

Créer une courbe.



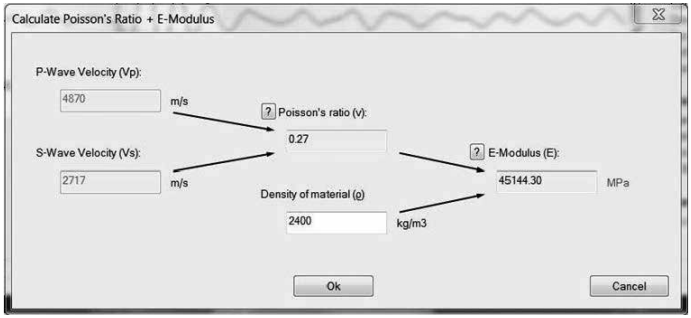
Entrez les paramètres de la courbe et cliquez sur «Create» (Créer).



La nouvelle courbe apparaît maintenant dans la liste déroulante et peut être chargée dans le Touchscreen Pundit.

© 2014 Proceq SA

8.7 Calculateur du module d'élasticité E



Entrez les vitesses d'impulsion d'ondes P et S pour calculer le coefficient de Poisson. Entrez en outre la densité du matériau afin de calculer le module d'élasticité E.

© 2014 Proceq SA

Proceq Europe
Ringstrasse 2
CH-8603 Schwerzenbach
Tél. +41-43-355 38 00
Fax +41-43-355 38 12
info-europe@proceq.com

Proceq UK Ltd.
Bedford i-lab, Priory Business Park
Stannard Way
Bedford MK44 3RZ
Royaume-Uni
Tél. +44-12-3483-4515
info-uk@proceq.com

Proceq USA, Inc.
117 Corporation Drive
Aliquippa, PA 15001
Tél. +1-724-512-0330
Fax +1-724-512-0331
info-usa@proceq.com

Proceq Asia Pte Ltd
12 New Industrial Road
#02-02A Morningstar Centre
Singapour 536202
Tél. +65-6382-3966
Fax +65-6382-3307
info-asia@proceq.com

Proceq Rus LLC
Ul.Optikov 4
korp. 2, lit. A, Office 410
197374 Saint-Pétersbourg
Russie
Tél/Fax + 7 812 448 35 00
info-russia@proceq.com

Proceq Moyen Orient
P. O. Box 8365, SAIF Zone,
Sharjah, Émirats arabes unis
Tél. +971-6-557-8505
Fax +971-6-557-8606
info-middleeast@proceq.com

Proceq SAO Ltd.
South American Operations
Alameda Jaú, 1905, cj 54
Jardim Paulista, São Paulo
Brésil Cep. 01420-007
Tél. +55 11 3083 38 89
info-southamerica@proceq.com

Proceq China
Unité B, 19th Floor
Five Continent International Mansion, No. 807
Zhao Jia Bang Road
Shanghai 200032
Tél. +86 21-63177479
Fax +86 21 63175015
info-china@proceq.com

Sous réserve de modifications. Copyright © 2014 by Proceq SA, Schwerzenbach. Tous droits réservés.

82032701F ver 12 2014

proceq

Made in Switzerland